

บทที่ 6

การวิเคราะห์โมเดลที่ใช้คัดเลือกผู้ดำเนินงานก่อสร้างงานวิศวกรรมโยธา

การวิเคราะห์โมเดลที่ใช้คัดเลือกผู้ดำเนินงานก่อสร้างงานวิศวกรรมโยธาเป็นการวิเคราะห์โมเดลในปัจจุบันทางด้านสมการที่เป็นตัวแทนของข้อมูล ค่าความแปรปรวน ความสะดวกในการใช้งาน และค่าความถูกต้องในการคัดเลือก แล้วทำการวิเคราะห์หาคะแนนรวมของโมเดลเพื่อใช้เปรียบเทียบความเหมาะสมในการนำเอาโมเดลไปใช้งาน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการวิเคราะห์โมเดลที่ใช้คัดเลือกผู้ดำเนินงานก่อสร้างอาคาร แต่เนื่องจากลักษณะงานที่ไม่เหมือนกันทำให้สมการที่ใช้ในการวิเคราะห์มีความแตกต่างกัน ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์โมเดลที่ใช้คัดเลือกผู้ดำเนินงานก่อสร้างงานวิศวกรรมโยธา เพื่อพิสูจน์ว่าลักษณะของข้อมูลมีผลต่อโมเดลที่ใช้ในการคัดเลือกหรือไม่

6.1 สมการที่เป็นตัวแทนของข้อมูล

ในการวิเคราะห์สมการที่เป็นตัวแทนของข้อมูล จะใช้สมการของโมเดลทำการแปลงข้อมูลของผู้ดำเนินงานก่อสร้างเป็นคะแนนแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 6 และ 7 โดยในการวิเคราะห์ค่าความใกล้เคียงของสมการที่เป็นตัวแทนของโมเดลให้ค่า Standard Error และ Correlation Coefficient เป็นตัววัด ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 แสดงค่า Standard Error และ Correlation Coefficient ของแต่ละโมเดล

Model	Standard Error	Correlation Coefficient
Linear Model	0.00	1.00
Mutiattribute Utility Model	0.00-0.07	0.98-1.00
Linear Regression Model	0.00	1.00
Fuzzy Set Model	0.00-0.07	0.98-1.00

จากผลการวิเคราะห์สามารถอธิบายได้ว่า สมการเชิงเส้นเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นตัวแทนของข้อมูลที่ต้องการมากที่สุดคือมีค่า Standard error เท่ากับ 0.00 และมีค่า Correlation Coefficient เท่ากับ 1.00 ส่วนสมการ Non-Linear เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ที่เป็น

ตัวแทนของข้อมูลได้ดี เนื่องจากค่า Standard error อยู่ในช่วงของ 0.00-0.07 และ Correlation Coefficient อยู่ในช่วง 0.98-1.00 ส่วนค่าของ Standard error และ Correlation Coefficient ของ Linear Regression Model ที่ให้ค่าเป็น 0.00 และ 1.00 ตามลำดับ เนื่องจากมองว่าข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลที่ไม่ต้องทำการแปลงดังนั้นค่าความผิดพลาดในส่วนแปลงจึงไม่มี

6.2 ค่าความแปรปรวนของโมเดล

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของโมเดลเป็นการศึกษาว่าเมื่อโมเดลมีการเปลี่ยนแปลงค่าของข้อมูลในปัจจัยหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบของโมเดลโดยปัจจัยอื่นคงที่ แล้วค่าคะแนนรวมของโมเดลจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือน้อยลงมากน้อยเพียงไร ซึ่งวัดค่าความเปลี่ยนแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำวิเคราะห์ความแปรปรวนของโมเดลต่าง ๆ เปรียบเทียบกัน โดยการเปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลของปัจจัยแต่ละตัวเพิ่มขึ้นทีละ 5 เปอร์เซ็นต์ จนถึง 25 เปอร์เซ็นต์ และลดค่าทีละ 5 เปอร์เซ็นต์ จนถึง -25 เปอร์เซ็นต์ แล้วดูการเปลี่ยนแปลงของค่าคะแนนรวมแสดงด้วยค่า Y ของแต่ละโมเดลว่ามีการเปลี่ยนแปลงกี่เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในปัจจัย (แกน x) และค่าคะแนนรวมของแต่ละโมเดล (แกน y) (แสดงในภาคผนวกที่ 9) การวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งวิเคราะห์ความแปรปรวนของโมเดลแบ่งออกตามผู้ดำเนินงานก่อสร้างตั้งแต่ชั้นที่ 1 ถึง 4

ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแสดงในตารางดังนี้

ตารางที่ 6.2 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของคะแนนรวมในแต่ละโมเดลของผู้ดำเนินการก่อสร้างชั้นที่ 1

โมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงคะแนนรวมเมื่อมูลค่าของปัจจัยเปลี่ยนแปลง ($\pm 25\%$)	
	ต่ำสุด	สูงสุด
Linear Model	-3.6867	3.6867
Multiattribute Utility Model	-0.9746	1.4362
Linear Regression Model	-53.1656	53.1656
Fuzzy Set Model	-2.5358	4.3155

ตารางที่ 6.3 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของคะแนนรวมในแต่ละโมเดล
ของผู้ดำเนินการก่อสร้างชั้นที่ 2

โมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงคะแนนรวม เมื่อมูลค่าของปัจจัยเปลี่ยนแปลง ($\pm 25\%$)	
	ต่ำสุด	สูงสุด
Linear Model	-3.5597	3.5597
Multiattribute Utility Model	-5.9879	7.3479
Linear Regression Model	-49.6212	49.6212
Fuzzy Set Model	-16.9352	10.5595

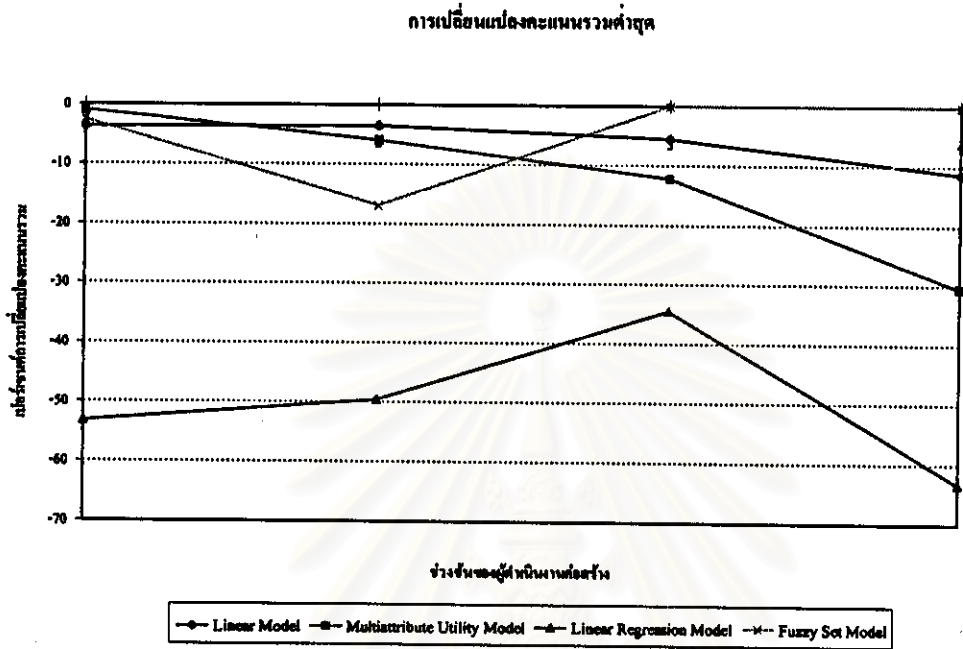
ตารางที่ 6.4 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของคะแนนรวมในแต่ละโมเดล
ของผู้ดำเนินการก่อสร้างชั้นที่ 3

โมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงคะแนนรวม เมื่อมูลค่าของปัจจัยเปลี่ยนแปลง ($\pm 25\%$)	
	ต่ำสุด	สูงสุด
Linear Model	-5.5090	5.5090
Multiattribute Utility Model	-12.2092	13.8475
Linear Regression Model	-34.5083	34.5083
Fuzzy Set Model	0.0000	0.0000

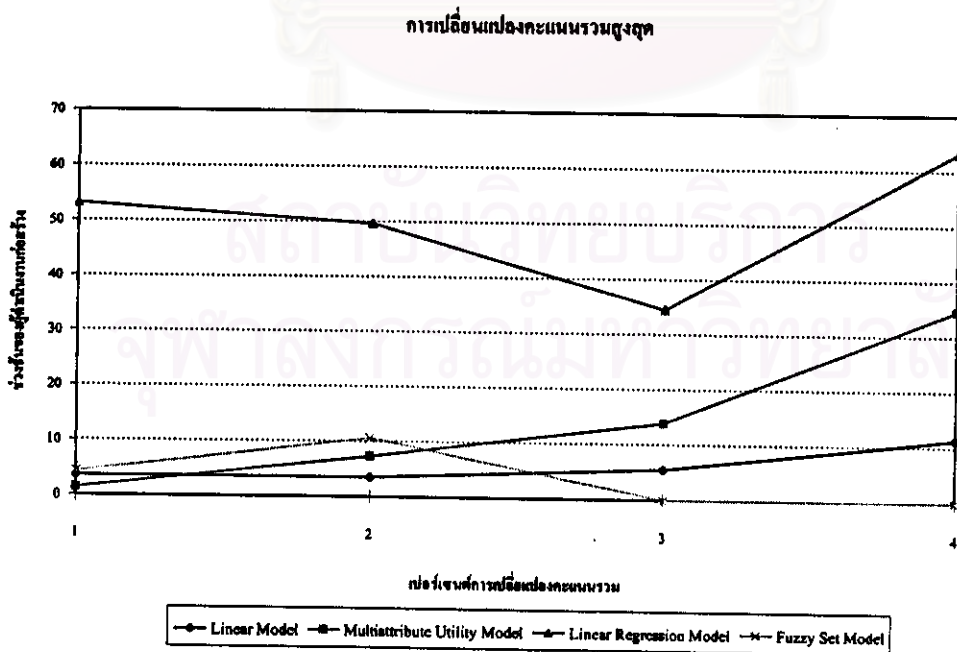
ตารางที่ 6.5 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของคะแนนรวมในแต่ละโมเดล
ของผู้ดำเนินการก่อสร้างชั้นที่ 4

โมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงคะแนนรวม เมื่อมูลค่าของปัจจัยเปลี่ยนแปลง ($\pm 25\%$)	
	ต่ำสุด	สูงสุด
Linear Model	-11.3025	11.3025
Multiattribute Utility Model	-30.5066	34.6002
Linear Regression Model	-63.3176	63.3176
Fuzzy Set Model	0.0000	0.0000

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของโมเดลต่าง ๆ แสดงในรูปที่ 6.1 และรูปที่ 6.2 ดังนี้



รูปที่ 6.1 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงคะแนนรวมต่ำสุดของแต่ละโมเดล



รูปที่ 6.2 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงคะแนนรวมสูงสุดของแต่ละโมเดล

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของโมเดลต่าง ๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

- ผู้ดำเนินงานก่อสร้างขั้นที่ 1 แสดงในตารางที่ 6.2 พบว่าโมเดลที่มีการเปลี่ยนแปลงต่ำสุด ได้แก่ Multiattribute Utility Model รองลงมาคือ Linear Model, Fuzzy Set Model และ Linear Regression Model ตามลำดับ

- ผู้ดำเนินงานก่อสร้างขั้นที่ 2 แสดงในตารางที่ 6.3 พบว่าโมเดลที่มีการเปลี่ยนแปลงต่ำสุด ได้แก่ Multiattribute Utility Model รองลงมาคือ Linear Model, Fuzzy Model และ Linear Regression Model ตามลำดับ

- ผู้ดำเนินงานก่อสร้างขั้นที่ 3 แสดงในตารางที่ 6.4 พบว่าโมเดลที่มีการเปลี่ยนแปลงต่ำสุด ได้แก่ Fuzzy Set Model รองลงมาคือ Linear Model, Multiattribute Utility Model และ Linear Regression Model ตามลำดับ

- ผู้ดำเนินงานก่อสร้างขั้นที่ 4 แสดงในตารางที่ 6.5 พบว่าโมเดลที่มีการเปลี่ยนแปลงต่ำสุด ได้แก่ Fuzzy Set Model รองลงมาคือ Linear Model, Multiattribute Utility Model และ Linear Regression Model ตามลำดับ

แต่เนื่องจาก Fuzzy Set Model มีการพิจารณาคะแนนรวมโดยใช้ค่าต่ำสุดมาพิจารณาเปรียบเทียบ ซึ่งแตกต่างจากโมเดลอื่น ๆ ดังนั้นการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้นพบว่า คะแนนรวมที่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ 9 จึงได้ทำการตัดปัจจัยที่ 9 ออกแล้วทำการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนใหม่แสดงดังตารางที่ 6.6 ถึงตารางที่ 6.9 จากผลการวิเคราะห์แสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 6.6 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของคะแนนรวมในแต่ละโมเดลของผู้ดำเนินการก่อสร้างขั้นที่ 1

โมเดล (Model)	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงคะแนนรวม เมื่อมูลค่าของปัจจัยเปลี่ยนแปลง ($\pm 25\%$)	
	ต่ำสุด	สูงสุด
Linear Model	-3.4788	3.4788
Multiattribute Utility Model	-0.9217	1.3583
Linear Regression Model	-29.9116	29.9116
Fuzzy Set Model	-17.2298	4.3155

ตารางที่ 6.7 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของคะแนนรวมในแต่ละโมเดล
ของผู้ดำเนินการก่อสร้างชั้นที่ 2

โมเดล (Model)	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงคะแนนรวม เมื่อมูลค่าของปัจจัยเปลี่ยนแปลง ($\pm 25\%$)	
	ต่ำสุด	สูงสุด
Linear Model	-3.2418	3.2418
Multiattribute Utility Model	-5.6170	6.8928
Linear Regression Model	-27.6107	27.6107
Fuzzy Set Model	-100.0000	56.1538

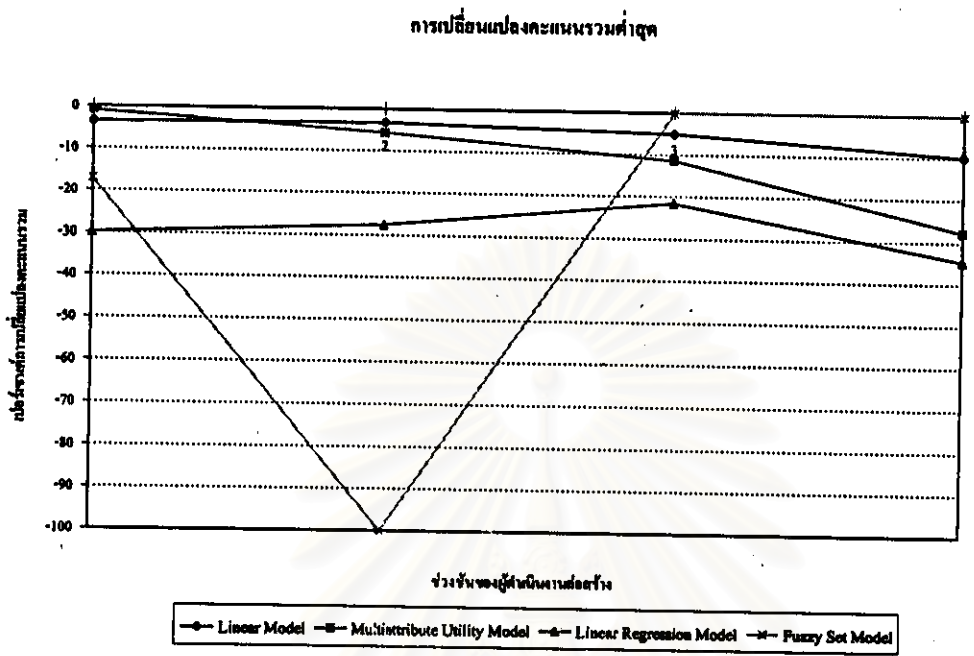
ตารางที่ 6.8 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของคะแนนรวมในแต่ละโมเดล
ของผู้ดำเนินการก่อสร้างชั้นที่ 3

โมเดล (Model)	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงคะแนนรวม เมื่อมูลค่าของปัจจัยเปลี่ยนแปลง ($\pm 25\%$)	
	ต่ำสุด	สูงสุด
Linear Model	-5.0090	5.0090
Multiattribute Utility Model	-11.4143	12.9460
Linear Regression Model	-21.5882	21.5882
Fuzzy Set Model	0.0000	0.0000

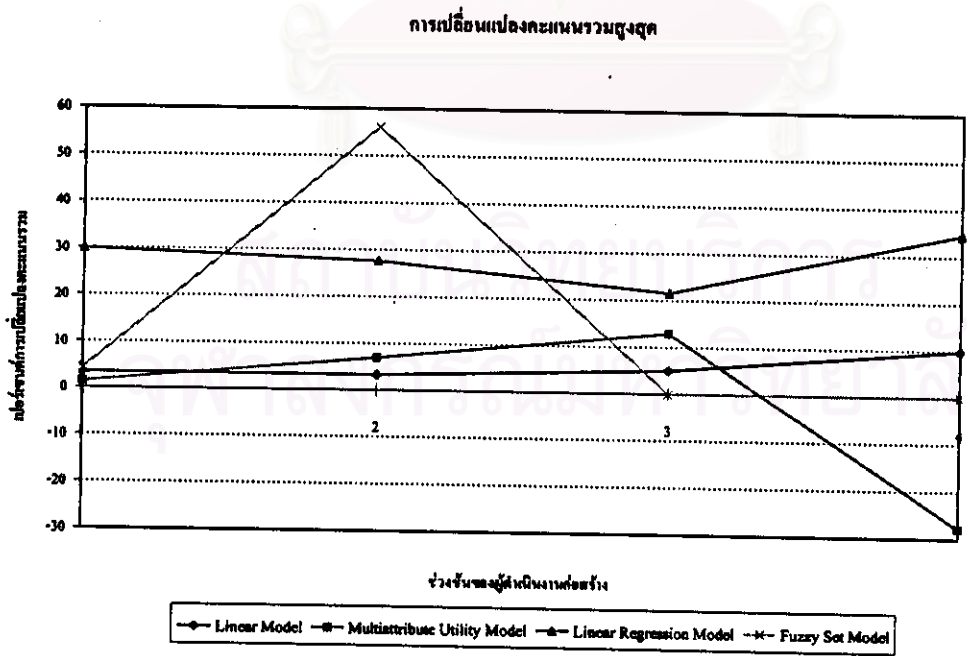
ตารางที่ 6.9 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของคะแนนรวมในแต่ละโมเดล
ของผู้ดำเนินการก่อสร้างชั้นที่ 4

โมเดล (Model)	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงคะแนนรวม เมื่อมูลค่าของปัจจัยเปลี่ยนแปลง ($\pm 25\%$)	
	ต่ำสุด	สูงสุด
Linear Model	-9.8960	9.8960
Multiattribute Utility Model	-27.7634	-27.7634
Linear Regression Model	-34.5868	34.5868
Fuzzy Set Model	0.0000	0.0000

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของโมเดลต่าง ๆ สามารถแสดงในรูปที่ 6.3 และรูปที่ 6.4



รูปที่ 6.3 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงคะแนนรวมต่ำสุดของแต่ละโมเดล



รูปที่ 6.4 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงคะแนนรวมสูงสุดของแต่ละโมเดล

เมื่อทำการพิจารณาค่าความแปรปรวนในแต่ละโมเดลใหม่ที่สามารถสรุปได้ดังนี้

- ผู้ดำเนินงานก่อสร้างชั้นที่ 1 แสดงในตารางที่ 6.6 พบว่าโมเดลที่มีการเปลี่ยนแปลงต่ำสุด ได้แก่ Multiattribute Utility Model รองลงมาคือ Linear Model, Fuzzy Set Model และ Linear Regression Model ตามลำดับ

- ผู้ดำเนินงานก่อสร้างชั้นที่ 2 แสดงในตารางที่ 6.7 พบว่าโมเดลที่มีการเปลี่ยนแปลงต่ำสุด ได้แก่ Linear Model รองลงมาคือ Multiattribute Utility Model, Fuzzy Set Model และ Linear Regression Model ตามลำดับ

- ผู้ดำเนินงานก่อสร้างชั้นที่ 3 แสดงในตารางที่ 6.8 พบว่าโมเดลที่มีการเปลี่ยนแปลงต่ำสุด ได้แก่ Fuzzy Model รองลงมาคือ Linear Model, Multiattribute Utility Model และ Linear Regression Model ตามลำดับ

- ผู้ดำเนินงานก่อสร้างชั้นที่ 4 แสดงในตารางที่ 6.9 พบว่าโมเดลที่มีการเปลี่ยนแปลงต่ำสุด ได้แก่ Fuzzy Model รองลงมาคือ Linear Model, Multiattribute Utility Model และ Linear Regression Model ตามลำดับ

ในการวิจัยนี้ได้วิเคราะห์แสดงปัจจัยที่มีผลต่อโมเดลต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนคะแนนของแต่โมเดลเรียงตามลำดับแสดงดังนี้

Linear Model

ปัจจัย 5 ตัวแรกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสูงในช่วงชั้นที่ 4 ได้แก่

- จำนวนโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่ (X_8)
- คุณภาพของงานที่ผ่านมา (X_7)
- จำนวนร้านค้าที่มีเครดิตในการซื้อวัสดุหลัก (X_{17})
- จำนวนโครงการที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน (X_4)
- มูลค่ารวมของทุกโครงการที่กำลังดำเนินงานอยู่ (X_9)

ปัจจัย 5 ตัวแรกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสูงในช่วงชั้นที่ 3 ได้แก่

- จำนวนโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่ (X_8)
- คุณภาพของงานที่ผ่านมา (X_7)
- จำนวนร้านค้าที่มีเครดิตในการซื้อวัสดุหลัก (X_{17})
- จำนวนโครงการที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน (X_4)
- อายุการดำเนินงานของบริษัท (X_5)

ปัจจัย 5 ตัวแรกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสูงในช่วงชั้นที่ 2 ได้แก่

- จำนวนร้านค้าที่มีเครดิตในการซื้อวัสดุหลัก (X_{17})
- สินเชื่อที่ได้รับอนุมัติจากสถาบันการเงิน (X_1)
- จำนวนโครงการที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน (X_4)
- จำนวนโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่ (X_8)
- คุณภาพของงานที่ผ่านมา (X_7)

ปัจจัย 5 ตัวแรกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสูงในช่วงชั้นที่ 1 ได้แก่

- สินเชื่อที่ได้รับอนุมัติจากสถาบันการเงิน (X_1)
- จำนวนร้านค้าที่มีเครดิตในการซื้อวัสดุหลัก (X_{17})
- มูลค่าของโครงการที่เคยทำมาสูงสุด (X_3)
- คุณภาพของงานที่ผ่านมา (X_7)
- เงินทุนหมุนเวียน (X_2)

โดยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยดังกล่าวแสดงไว้ในตารางที่ 6.10

ตารางที่ 6.10 แสดงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ Linear Model

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อโมเดลเรียงลำดับตามเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง							
ปัจจัย	ช่วงชั้นที่	ปัจจัย	ช่วงชั้นที่	ปัจจัย	ช่วงชั้นที่	ปัจจัย	ช่วงชั้นที่
	1		2		3		4
X_1	3.69	X_{17}	3.56	X_8	-5.51	X_8	-11.30
X_{17}	2.78	X_1	3.38	X_7	5.20	X_7	10.67
X_3	2.55	X_4	3.29	X_{17}	4.83	X_{17}	7.43
X_7	2.40	X_8	-2.71	X_4	3.34	X_4	6.85
X_2	2.39	X_7	2.56	X_5	3.11	X_9	-3.55
X_6	2.36	X_9	-2.45	X_1	2.56	X_{14}	2.75
X_{14}	2.16	X_{14}	2.31	X_9	-2.50	X_{16}	2.14
X_8	-2.12	X_3	2.27	X_6	2.36	X_5	2.13
X_{18}	1.96	X_{18}	2.17	X_{14}	2.35	X_6	1.61
X_5	1.91	X_5	2.04	X_{18}	1.99	X_1	1.31
X_4	1.54	X_2	2.02	X_2	1.65	X_{13}	1.20
X_9	-1.49	X_6	1.93	X_{16}	1.57	X_2	1.01

ตารางที่ 6.10 แสดงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ Linear Model (ต่อ)

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อโมเดลเรียงลำดับตามเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง							
ปัจจัย	ช่วงชั้นที่ 1	ปัจจัย	ช่วงชั้นที่ 2	ปัจจัย	ช่วงชั้นที่ 3	ปัจจัย	ช่วงชั้นที่ 4
X_{15}	0.96	X_{15}	1.44	X_3	1.50	X_{18}	0.87
X_{16}	0.96	X_{16}	1.28	X_{13}	1.17	X_{15}	0.86
X_{10}	0.93	X_{13}	0.86	X_{15}	0.83	X_3	0.51
X_{11}	0.67	X_{10}	0.58	X_{10}	0.56	X_{10}	0.51
X_{12}	0.67	X_{12}	0.48	X_{11}	0.00	X_{11}	0.00
X_{13}	0.67	X_{11}	0.00	X_{12}	0.00	X_{12}	0.00

Multiattribute Utility Model

ปัจจัย 5 ตัวแรกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสูงในช่วงชั้นที่ 4 ได้แก่

- จำนวนโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่ (X_8)
- คุณภาพของงานที่ผ่านมา (X_7)
- จำนวนร้านค้าที่มีเครดิตในการซื้อวัสดุหลัก (X_{17})
- จำนวนโครงการที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน (X_4)
- มูลค่ารวมของทุกโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่ (X_9)

ปัจจัย 5 ตัวแรกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสูงในช่วงชั้นที่ 3 ได้แก่

- จำนวนโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่ (X_8)
- คุณภาพของงานที่ผ่านมา (X_7)
- จำนวนโครงการที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน (X_4)
- จำนวนร้านค้าที่มีเครดิตในการซื้อวัสดุหลัก (X_{17})
- สินเชื่อที่ได้รับอนุมัติจากสถาบันการเงิน (X_1)

ปัจจัย 5 ตัวแรกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสูงในช่วงชั้นที่ 2 ได้แก่

- จำนวนโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่ (X_8)
- คุณภาพของงานที่ผ่านมา (X_7)
- จำนวนร้านค้าที่มีเครดิตในการซื้อวัสดุหลัก (X_{17})
- สินเชื่อที่ได้รับอนุมัติจากสถาบันการเงิน (X_1)
- จำนวนโครงการที่แล้วเสร็จตามสัญญา (X_6)

ปัจจัย 5 ตัวแรกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสูงในช่วงชั้นที่ 1 ได้แก่

- มูลค่ารวมของทุกโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่ (X_9)
- จำนวนโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่ (X_8)
- จำนวนร้านค้าที่มีเครดิตในการซื้อวัสดุหลัก (X_{17})
- มูลค่ารวมของเครดิตที่ร้านค้าสามารถให้ได้ (X_{18})
- อายุการดำเนินงานของบริษัท (X_5)

โดยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยดังกล่าวแสดงไว้ในตารางที่ 6.11

ตารางที่ 6.11 แสดงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ Multiattribute Utility Model

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อโมเดลเรียงลำดับตามเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง							
ปัจจัย	ช่วงชั้นที่ 1	ปัจจัย	ช่วงชั้นที่ 2	ปัจจัย	ช่วงชั้นที่ 3	ปัจจัย	ช่วงชั้นที่ 4
X_9	-0.37	X_8	-3.20	X_8	-6.03	X_8	-15.08
X_8	-0.36	X_7	3.10	X_7	5.84	X_7	14.59
X_{17}	0.35	X_{17}	1.54	X_4	4.74	X_{17}	13.43
X_{18}	0.33	X_1	1.24	X_{17}	4.63	X_4	11.84
X_5	0.33	X_6	0.97	X_1	2.64	X_9	-4.53
X_7	0.26	X_{14}	0.91	X_{14}	2.13	X_{14}	4.51
X_{14}	0.23	X_5	0.86	X_6	1.97	X_{16}	3.35
X_3	0.22	X_3	0.84	X_9	-1.89	X_6	2.93
X_1	0.22	X_2	0.83	X_2	1.77	X_5	2.90
X_6	0.20	X_{18}	0.74	X_5	1.72	X_1	2.71
X_{15}	0.15	X_{12}	0.72	X_3	1.32	X_2	2.16
X_{16}	0.15	X_9	-0.70	X_{18}	1.29	X_{13}	1.69
X_{13}	0.12	X_{16}	0.47	X_{16}	1.29	X_{10}	1.26
X_2	0.12	X_{10}	0.36	X_{10}	0.74	X_{18}	1.10
X_4	0.06	X_{13}	0.32	X_{13}	0.73	X_{15}	1.01
X_{10}	0.02	X_{15}	0.30	X_{15}	0.62	X_3	0.80
X_{12}	0.02	X_4	0.08	X_{11}	0.00	X_{11}	0.00
X_{11}	0.00	X_{11}	0.00	X_{12}	0.00	X_{12}	0.00

Linear Regression Model

ปัจจัย 5 ตัวแรกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสูงในช่วงชั้นที่ 4 ได้แก่

- คุณภาพของงานที่ผ่านมา (X_7)
- จำนวนร้านค้าที่มีเครดิตในการซื้อวัสดุหลัก (X_{17})
- จำนวนโครงการที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน (X_4)
- ประสบการณ์การทำงานของวิศวกรโครงการ (X_{15})
- มูลค่ารวมของทุกโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่ (X_9)

ปัจจัย 5 ตัวแรกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสูงในช่วงชั้นที่ 3 ได้แก่

- จำนวนร้านค้าที่มีเครดิตในการซื้อวัสดุหลัก (X_{17})
- คุณภาพของงานที่ผ่านมา (X_7)
- จำนวนโครงการที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน (X_4)
- ประสบการณ์การทำงานของวิศวกรโครงการ (X_{15})
- มูลค่ารวมของเครดิตที่ร้านค้าสามารถให้ได้ (X_{18})

ปัจจัย 5 ตัวแรกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสูงในช่วงชั้นที่ 2 ได้แก่

- ประสบการณ์การทำงานของวิศวกรโครงการ (X_{15})
- จำนวนร้านค้าที่มีเครดิตในการซื้อวัสดุหลัก (X_{17})
- จำนวนโครงการที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน (X_4)
- มูลค่ารวมของเครดิตที่ร้านค้าสามารถให้ได้ (X_{18})
- จำนวนบุคลากรระดับไฟร์แมน (X_{14})

ปัจจัย 5 ตัวแรกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสูงในช่วงชั้นที่ 1 ได้แก่

- ประสบการณ์การทำงานของวิศวกรโครงการ (X_{15})
- จำนวนร้านค้าที่มีเครดิตในการซื้อวัสดุหลัก (X_{17})
- มูลค่ารวมของเครดิตที่ร้านค้าสามารถให้ได้ (X_{18})
- จำนวนบุคลากรระดับไฟร์แมน (X_{14})
- สินเชื่อที่ได้รับอนุมัติจากสถาบันการเงิน (X_1)

โดยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยดังกล่าวแสดงไว้ในตารางที่ 6.12

ตารางที่ 6.12 แสดงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ Linear Regression Model

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อโมเดลเรียงลำดับตามเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง							
ปัจจัย	ช่วงชั้นที่	ปัจจัย	ช่วงชั้นที่	ปัจจัย	ช่วงชั้นที่	ปัจจัย	ช่วงชั้นที่
	1		2		3		4
X ₁₅	-53.17	X ₁₅	-49.62	X ₁₇	34.51	X ₇	-63.32
X ₁₇	43.14	X ₁₇	34.51	X ₇	-31.66	X ₁₇	51.76
X ₁₈	37.16	X ₄	31.31	X ₄	23.48	X ₄	46.96
X ₁₄	34.47	X ₁₈	25.60	X ₁₅	-21.27	X ₁₅	-21.27
X ₁	33.68	X ₁₄	22.98	X ₁₈	17.34	X ₉	-20.77
X ₇	-31.66	X ₇	-21.11	X ₁₄	17.24	X ₁₄	19.70
X ₄	23.48	X ₉	-19.93	X ₉	-14.96	X ₁₈	7.43
X ₁₀	-21.34	X ₁	19.31	X ₁	10.78	X ₁₆	6.59
X ₆	-20.34	X ₆	-10.43	X ₆	-9.39	X ₆	-6.26
X ₉	-19.44	X ₂	9.58	X ₅	-8.26	X ₈	5.63
X ₂	18.11	X ₁₀	-8.26	X ₁₀	-5.87	X ₅	-5.51
X ₁₂	-16.12	X ₅	-7.34	X ₂	5.75	X ₁	5.39
X ₅	-11.01	X ₁₂	-7.17	X ₁₆	4.95	X ₁₀	-5.21
X ₁₆	6.59	X ₁₆	5.49	X ₈	2.82	X ₂	3.45
X ₃	-4.78	X ₃	-2.65	X ₃	-1.30	X ₁₃	0.84
X ₁₁	2.83	X ₈	1.88	X ₁₃	0.84	X ₃	-0.43
X ₈	2.35	X ₁₃	0.84	X ₁₁	0.00	X ₁₁	0.00
X ₁₃	1.05	X ₁₁	0.00	X ₁₂	0.00	X ₁₂	0.00

Fuzzy Set Model

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสูงในช่วงชั้นที่ 2 ได้แก่ มูลค่ารวมของทุกโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสูงในช่วงชั้นที่ 1 ได้แก่ จำนวนโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่ และมูลค่ารวมของทุกโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่

โดยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยดังกล่าวแสดงไว้ในตารางที่ 6.13

ตารางที่ 6.13 แสดงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ Fuzzy Set Model

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อโมเดลเรียงลำดับตามเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง							
ปัจจัย	ช่วงชั้นที่	ปัจจัย	ช่วงชั้นที่	ปัจจัย	ช่วงชั้นที่	ปัจจัย	ช่วงชั้นที่
	1		2		3		4
X ₈	4.32	X ₉	10.56	X ₁	0.00	X ₁	0.00
X ₉	3.81	X ₁	0.00	X ₂	0.00	X ₂	0.00
X ₁	0.00	X ₂	0.00	X ₃	0.00	X ₃	0.00
X ₂	0.00	X ₃	0.00	X ₄	0.00	X ₄	0.00
X ₃	0.00	X ₄	0.00	X ₅	0.00	X ₅	0.00
X ₄	0.00	X ₅	0.00	X ₆	0.00	X ₆	0.00
X ₅	0.00	X ₆	0.00	X ₇	0.00	X ₇	0.00
X ₆	0.00	X ₇	0.00	X ₈	0.00	X ₈	0.00
X ₇	0.00	X ₈	0.00	X ₉	0.00	X ₉	0.00
X ₁₀	0.00	X ₁₀	0.00	X ₁₀	0.00	X ₁₀	0.00
X ₁₁	0.00	X ₁₁	0.00	X ₁₁	0.00	X ₁₁	0.00
X ₁₂	0.00	X ₁₂	0.00	X ₁₂	0.00	X ₁₂	0.00
X ₁₃	0.00	X ₁₃	0.00	X ₁₃	0.00	X ₁₃	0.00
X ₁₄	0.00	X ₁₄	0.00	X ₁₄	0.00	X ₁₄	0.00
X ₁₅	0.00	X ₁₅	0.00	X ₁₅	0.00	X ₁₅	0.00
X ₁₆	0.00	X ₁₆	0.00	X ₁₆	0.00	X ₁₆	0.00
X ₁₇	0.00	X ₁₇	0.00	X ₁₇	0.00	X ₁₇	0.00
X ₁₈	0.00	X ₁₈	0.00	X ₁₈	0.00	X ₁₈	0.00
X ₁₉	0.00	X ₁₉	0.00	X ₁₉	0.00	X ₁₉	0.00
X ₂₀	0.00	X ₂₀	0.00	X ₂₀	0.00	X ₂₀	0.00
X ₂₁	0.00	X ₂₁	0.00	X ₂₁	0.00	X ₂₁	0.00

จากผลการวิเคราะห์ในส่วนของคุณค่าความแปรปรวนของโมเดลสามารถเรียงลำดับโมเดลที่มีความเหมาะสมจากมากไปน้อยได้ดังนี้ Linear Model, Multiattribute Utility Model, Fuzzy set Model และ Linear Regression Model

6.3 ความสะดวกในการใช้งาน

การพิจารณาความสะดวกในการใช้งานของโมเดลสำหรับงานวิศวกรรมโยธา มีลักษณะคล้ายกับโมเดลของงานอาคาร ซึ่งสามารถเรียงลำดับความสะดวกของโมเดลคือ Linear Regression Model เป็นรูปแบบของโมเดลที่มีความสะดวกมากที่สุด รองลงมาได้แก่ Linear Model, Multiattribute Utility Model และ Fuzzy Set Model ตามลำดับ

6.4 ค่าความถูกต้องในการใช้งาน

การวิเคราะห์ความถูกต้องในการใช้งาน เป็นการตรวจสอบโมเดลว่าสามารถนำมาใช้ในการคัดเลือกผู้ดำเนินงานก่อสร้างสำหรับสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่มากน้อยเพียงไร โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลจากผู้ดำเนินงานก่อสร้างของการเคหะแห่งชาติ และทำการทดสอบการแบ่งช่วงชั้นผู้ดำเนินงานก่อสร้างจากโมเดลต่าง ๆ โดยใช้ความสัมพันธ์ของคะแนนที่ผู้ดำเนินงานก่อสร้างได้จากโมเดลแสดงรายละเอียดการคำนวณในภาคผนวกที่ 9 โดยคะแนนรวมที่ได้จากโมเดลจะนำไปเปรียบเทียบกับคะแนนในแต่ละช่วงชั้นว่าผู้ดำเนินงานก่อสร้างรายนั้นอยู่ในชั้นใดดังแสดงในตารางที่ 3.16, 3.17, 3.18 และตารางที่ 3.19

โดยในการทดสอบได้ทำการเก็บข้อมูลของผู้ดำเนินงานก่อสร้างทั้งหมด 2 ตัวอย่างแล้วนำเอาข้อมูลที่ได้รับมาใส่โมเดลแต่ละโมเดลเพื่อทำการเปรียบเทียบว่าโมเดลใดที่สามารถวิเคราะห์ผู้ดำเนินงานก่อสร้างให้อยู่ในระดับชั้นที่ถูกต้องมากที่สุด

6.4.1 การทดสอบ Linear Model

ตารางที่ 6.14 ผลการทดสอบข้อมูลของงานวิศวกรรมโยธาโดย Linear Model

ข้อมูลทดสอบ ชุดที่	มูลค่างานที่รับอยู่ (ล้านบาท)	การแบ่งช่วงชั้นที่ กำหนดขึ้น	คะแนนที่ได้ จากโมเดล	การแบ่งช่วงชั้น จากโมเดล
1	60	2	44.5	2
2	52	2	38.0	2

จากการทดสอบข้อมูลที่ได้ดังตารางที่ 6.14 พบว่าการแบ่งช่วงชั้นของผู้ดำเนินงานก่อสร้างที่ได้จากการกำหนดมูลค่างานที่รับอยู่เปรียบเทียบกับการแบ่งช่วงชั้นที่ได้จากคะแนนรวมของ Linear Model มีอยู่ 2 ชุดข้อมูลที่ผลออกมาตรงกัน(อยู่ในช่วงชั้นที่เหมือนกัน)

6.4.2 การทดสอบ Multiattribute Utility Model

ตารางที่ 6.15 ผลการทดสอบข้อมูลของงานวิศวกรรมโยธาโดย Multiattribute Utility Model

ข้อมูลทดสอบ ชุดที่	มูลค่างานที่รับอยู่ (ล้านบาท)	การแบ่งช่วงชั้นที่ กำหนดขึ้น	คะแนนที่ได้ จากโมเดล	การแบ่งช่วงชั้น จากโมเดล
1	60	2	72.1	2
2*	52	2	50.1	3

จากการทดสอบข้อมูลที่ได้ดังตารางที่ 6.15 พบว่าการแบ่งช่วงชั้นของผู้ดำเนินงานก่อสร้างที่ได้จากการกำหนดมูลค่างานที่รับอยู่เปรียบเทียบกับการแบ่งช่วงชั้นที่ได้จากคะแนนรวมของ Multiattribute Utility Model มีอยู่ 1 ชุดข้อมูลที่ผลออกมาตรงกัน(อยู่ในช่วงชั้นที่เหมือนกัน) คือ ข้อมูลชุดที่ 1 และมีอยู่ 1 ชุดข้อมูลที่มีการแบ่งช่วงชั้นจากมูลค่างานที่รับอยู่มีค่าสูงกว่าช่วงชั้นที่ได้จากคะแนนของโมเดล คือข้อมูลชุดที่ 2 ซึ่งมีความแตกต่างอยู่เพียง 1 ชั้นเท่านั้น

6.4.3 การทดสอบ Linear Regression Model

ตารางที่ 6.16 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของงานวิศวกรรมโยธาโดย Linear Regression Model

ข้อมูลทดสอบ ชุดที่	มูลค่างานที่รับอยู่ (ล้านบาท)	การแบ่งช่วงชั้นที่ กำหนดขึ้น	คะแนนที่ได้ จากโมเดล	การแบ่งช่วงชั้น จากโมเดล
1	60	2	-0.3	-
2	52	2	-1.5	-

จากการทดสอบข้อมูลที่ได้ดังตารางที่ 6.16 พบว่าการแบ่งช่วงชั้นของผู้ดำเนินงานก่อสร้างที่ได้จากการกำหนดมูลค่างานที่รับอยู่เปรียบเทียบกับการแบ่งช่วงชั้นที่ได้จากคะแนนรวมของ Linear Regression Model ทั้งหมดมีค่าที่ไม่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากโมเดลนี้มีสัมประสิทธิ์ของแต่ละปัจจัยไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง ดังในการวิเคราะห์ Sensitivity Analysis พบว่าเมื่อเราเพิ่มค่าของปัจจัย X3 มูลค่าของโครงการที่เคยทำมาสูงสุด , X5 อายุการดำเนินงานของบริษัท , X6

จำนวนโครงการที่แล้วเสร็จตามสัญญา เป็นต้น คะแนนรวมของโมเดลมีค่าลดลง ซึ่งขัดกับลักษณะที่เป็นจริง ดังนั้น Linear Regression Model จึงเป็นโมเดลที่ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์การคัดเลือกผู้ดำเนินงานก่อสร้างได้อย่างเหมาะสม

6.4.4 การทดสอบ Fuzzy Set Model

เนื่องจากโมเดลของ Fuzzy Set เป็นการพิจารณาถึงค่าคะแนนน้อยสุดของโมเดล เพื่อเป็นการตรวจสอบผู้ดำเนินงานก่อสร้างว่ามีข้อด้อยด้านใดมากที่สุด แล้วนำเอาข้อด้อยแต่ละผู้ดำเนินงานก่อสร้างมาเปรียบเทียบว่ามีข้อด้อยที่น้อยสุดแสดงว่าเป็นผู้ดำเนินงานที่ดีกว่า จากตารางที่ 6.17 เห็นได้ว่าคะแนนที่ได้ไม่สามารถนำมาพิจารณาแบ่งช่วงชั้นได้ เนื่องจากค่าของคะแนนในส่วน of ช่วงชั้นที่ 1 มีค่าน้อยที่สุดอันเนื่องจากในส่วนของผู้ดำเนินงานก่อสร้างชั้นที่ 1 ได้รับงานก่อสร้างมีมูลค่าสูงในขณะนั้นทำให้คะแนนในส่วนลบมีมากกว่าผู้ดำเนินงานก่อสร้างชั้นที่ 2,3,4 ตามลำดับ

ตารางที่ 6.17 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของงานวิศวกรรมโยธาโดย Fuzzy Set Model

ข้อมูลทดสอบ ชุดที่	มูลค่างานที่รับอยู่ (ล้านบาท)	การแบ่งช่วงชั้นที่ กำหนดขึ้น	คะแนนที่ได้ จากโมเดล
1	60	2	-2.9
2	52	2	0.2

จากการทดสอบข้อมูลที่ได้ดังตารางที่ 6.17 พบว่าผู้ดำเนินงานก่อสร้างชุดที่ 1 มีข้อด้อยมากกว่าผู้ดำเนินงานก่อสร้างชุดที่ 2 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่างานที่รับอยู่ผู้ดำเนินงานก่อสร้างชั้นที่ 1 และ 2 อยู่ในช่วงชั้นเดียวกัน

ดังนั้นในการวิเคราะห์หาความถูกต้องในการใช้งานสามารถเรียงลำดับโมเดลที่ให้ค่าได้ใกล้เคียงที่สุดคือ Linear Model, Multiattribute Model, Fuzzy Set Model และ Linear Regression Model

6.5 การหาความเหมาะสมของโมเดลในแต่ละปัจจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการแบ่งปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์โมเดลออกเป็น สมการที่เป็นตัวแทนของ ข้อมูล ความแปรปรวนของโมเดล ความสะดวกในการใช้งาน และความถูกต้องในการใช้งาน โดยในแต่ละส่วนได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ โดยแสดงเป็นลำดับดังนี้

ตารางที่ 6.18 แสดงลำดับของโมเดลในปัจจัยสมการที่เป็นตัวแทนของข้อมูล

โมเดลที่ใช้ในการคัดเลือก	อันดับของโมเดล
Linear Model	1
Multiattribute Utility Model	1
Linear Regression Model	2
Fuzzy Set Model	2

ตารางที่ 6.19 แสดงลำดับของโมเดลในปัจจัยค่าความแปรปรวนของโมเดล

โมเดลที่ใช้ในการคัดเลือก	อันดับของโมเดล
Linear Model	1
Multiattribute Utility Model	2
Fuzzy Set Model	3
Linear Regression Model	4

ตารางที่ 6.20 แสดงลำดับของโมเดลในปัจจัยความสะดวกในการใช้งาน

โมเดลที่ใช้ในการคัดเลือก	อันดับของโมเดล
Linear Regression Model	1
Linear Model	2
Multiattribute Utility Model	3
Fuzzy Set Model	3

ตารางที่ 6.21 แสดงลำดับของโมเดลในปัจจุบันจำแนกตามความถูกต้องในการคัดเลือก

โมเดลที่ใช้ในการคัดเลือก	อันดับของโมเดล
Linear Model	1
Multiattribute Utility Model	2
Fuzzy Set Model	3
Linear Regression Model	4

จากการวิเคราะห์โมเดลในปัจจุบันอันได้แก่ สมการที่เป็นตัวแทนของข้อมูล ค่าความแปรปรวนของโมเดล ความสะดวกในการใช้งาน และค่าความถูกต้องในการคัดเลือก พบว่าโมเดลที่มีความเหมาะสมในการใช้งานในการคัดเลือกผู้ดำเนินงานก่อสร้างงานอาคารได้แก่ Linear Model และ Multiattribute Utility Model โดยทั้ง 2 โมเดลนี้มีคุณสมบัติในปัจจุบันที่ใช้วิเคราะห์โมเดลอยู่ในลำดับต้น ส่วน Fuzzy Set Model มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเปรียบเทียบผู้ดำเนินงานก่อสร้างที่มีคุณสมบัติด้อยน้อยที่สุด ส่วน Linear Regression Model ไม่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้คัดเลือกเนื่องจากสัมประสิทธิ์ที่ได้สอดคล้องกับความเป็นจริง

6.7 สรุปท้ายบท

การวิจัยในบทนี้เป็นการศึกษาวิเคราะห์ความเหมาะสมของโมเดลในการคัดเลือกผู้ดำเนินงานก่อสร้างกลุ่มของงานวิศวกรรมโยธา โดยทำการวิเคราะห์โมเดลในปัจจุบันทางด้านสมการที่เป็นตัวแทนของข้อมูล ค่าความแปรปรวนของโมเดล ความสะดวกในการใช้งาน และค่าความถูกต้องในการคัดเลือก เมื่อพิจารณาคะแนนโดยรวมพบว่า Linear Model และ Multiattribute Utility Model มีความเหมาะสมในการคัดเลือกผู้ดำเนินงานก่อสร้างกลุ่มของงานวิศวกรรมโยธา